

O uso de computação desplugada para apoiar a aprendizagem de algoritmos de ordenação e tabela hash

Tayna L. S. da Costa, Flávia V. C. Souza, Wagner E. Costa¹

Departamento de Ciências Exatas (DCX) – Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

CEP 58.297-000 – Rio Tinto – PB– Brasil

{tayna.luana,flavia,wagner}@dce.ufpb.br

Abstract. *The article presents a relationship of experience on an application of activities disrupted with students of data structure discipline and undergraduate courses in computer science and Bachelor of Information Systems. This work has the objective of adapting and developing unplugged activities to support a learning of algorithms of sorting by catalog and hash table with chaining. Aimed at analyzing the benefits of using dislodged computing in qualitative and quantitative analytical tests. The results indicate that the unplugged computation aids in the understanding of the operating logic of the algorithms of ordering by the state of hash tables.*

Resumo. *O artigo apresenta um relato de experiência sobre a aplicação de atividades desplugadas com alunos da disciplina de Estrutura de Dados I dos cursos de Licenciatura em Ciência da Computação e Bacharelado em Sistemas de Informação. Este trabalho tem o objetivo de adaptar e desenvolver atividades desplugadas para apoiar a aprendizagem de algoritmos de ordenação por comparação e tabela hash com encadeamento. Com o objetivo de analisar os benefícios do uso de computação desplugada foram realizadas análises qualitativas e quantitativas, esta através de testes estatísticos. Os resultados indicam que a computação desplugada auxilia na compreensão da lógica de funcionamento dos algoritmos de ordenação por comparação e de tabelas hash.*

1. Introdução

No processo de aprendizagem de algoritmos os alunos apresentam dificuldade desde a compreensão da lógica até a codificação. Em pesquisa realizada por [JUNIOR et al, 2015] alunos relataram que as principais causas das dificuldades encontradas na disciplina de algoritmos foram: a formação no ensino médio, a falta de conhecimento prévio em lógica de programação, compreensão dos problemas propostos e o principal problema foi a habilidade de raciocínio lógico.

O ensino de conceitos computacionais com uso da computação desplugada, segundo [BELL et al, 2011], pode desenvolver o raciocínio lógico dos alunos, estimular a resolução de problemas e a criatividade em um contexto significativo. A computação desplugada, de acordo com [VIEIRA et al, 2013], pode ser utilizada em diversas faixas

¹Trabalho de Conclusão de Curso do discente Tayná Luana Silva da Costa, sob a orientação do(s) docente(s) Flávia V.C.Souza e Wagner E. Costa, submetido ao Curso de Licenciatura em Ciência da Computação da Universidade Federal da Paraíba, Campus IV, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Licenciado em Ciência da Computação.

de idade e em diferentes níveis de ensino. No Brasil, existem poucos trabalhos relatando o uso da computação desplugada no ensino superior, entretanto os resultados obtidos nessas experiências no ensino superior têm apontado o uso desse método de forma benéfica. Como relata [MARTINHAGO et al, 2014], a aceitação das atividades foram favoráveis e os alunos se mostraram participativos e engajados.

O presente artigo relata uma experiência do uso de computação desplugada, e o processo de adaptação das atividades desplugadas para auxiliar alunos da disciplina de Estrutura de Dados I. O objetivo deste trabalho é utilizar a computação desplugada para apoiar a aprendizagem de algoritmos de ordenação por comparação e de tabela hash. Assim como também adaptar e desenvolver atividades desplugadas e analisar os resultados da aplicação das oficinas.

A seção 2 apresenta experiências no ensino básico e superior com computação desplugada no Brasil; A seção 3 apresenta a metodologia com o planejamento das oficinas e a análise dos dados; A seção 4 mostra os resultados e a descrição das oficinas; A seção 5 a análise com testes estatísticos pareados. Por fim, na seção 6, as considerações finais.

2. O uso da computação desplugada no ensino de conceitos computacionais

O trabalho de [DE SOUZA BARBOSA et al, 2015], apresenta um relato de experiência do planejamento, execução e identificação das estratégias utilizadas pelos alunos na resolução das atividades de uma gincana desplugada. O intuito dessa gincana ensinar conceitos computacionais, estimulando os alunos a raciocinar e desenvolver sua própria estratégia de resolução de problemas. A gincana foi aplicada com 24 alunos de uma escola pública de ensino básico, nas aplicações da gincana foi observado que alguns alunos usaram as estratégias ensinadas pelos monitores e a outra parte usou a própria estratégia. Ao final 90% dos alunos demonstrou o desejo de participar de outras oficinas. Segundo o(s) autor(es), os resultados da experiência foram satisfatórios, pois, o objetivo de desenvolver raciocínio lógico e a habilidade de criar as próprias estratégias foi alcançado.

O artigo de [VIEIRA et al, 2013] também trabalha com o conteúdo de algoritmo de ordenação. O artigo descreve um relato de experiência de um projeto que objetiva popularizar alguns fundamentos da Ciência da Computação junto aos estudantes de escolas públicas usando a computação desplugada. Foram realizadas 6 peças teatrais interativas que proporciona a compreensão de 6 conceitos computacionais. São eles: a detecção de erros, criptografia, números binários, representação de imagens, bloqueios nas redes e ordenação. Os resultados relatados indicam que a maioria dos alunos compreenderam os conceitos abordados por meio das peças teatrais e apontam uma maior engajamento dos alunos nas atividades assim como demonstraram interessados pela área de computação.

O trabalho de [FERREIRA et al, 2015] apresenta uma proposta para a integração curricular do raciocínio computacional aos conteúdos das disciplinas que compõem a

educação básica. A proposta foi implementada em uma escola pública estadual. Ela utiliza a computação desplugada com a finalidade de integrar as habilidades da computação e seus conceitos nas diversas disciplinas tanto do ensino fundamental quanto do ensino médio. A aplicação piloto consistiu em conciliar conceitos das ciências da computação com o conteúdo escolar de cada série, isso proporcionou aos alunos os conhecimentos simultâneos dos assuntos. Através da computação desplugada, propôs a integração com as disciplinas de Artes, Biologia, Matemática e Português. E ao mesmo tempo foi possível ensinar Algoritmos de Ordenação, A Definição de Algoritmos, Busca Sequencial e Binária, Compactação de Arquivos, respectivamente. Essas intervenções proporcionaram uma prática reflexiva, onde pode-se unir a inovação, o saber e uma maneira de aprender mais lúdica e agradável.

Há relatos de computação desplugada no ensino superior. São relatos de jogos ou outras atividades. O trabalho de [GONÇALVES et al, 2013] descreve a experiência de alunos do curso de Licenciatura em Computação na utilização do Scratch como ferramenta de ensino de programação e a construção de um objeto de aprendizagem desplugado. A experiência aconteceu na disciplina de Fundamentos e Metodologias do Ensino de Informática na Educação I. O objeto desplugado criado foi um jogo chamado “EvOU”, o jogo foi desenvolvido baseando-se no jogo de baralho tradicional, com cartas contendo os números 0 e 1 e uma carta representando a porta lógica “NÃO” como complementação do conteúdo. Os autores afirmaram que através da construção do objeto de aprendizagem puderam ter diferentes visões das maneiras de se ensinar a programação e que com o jogo estimula-se a competição e interatividade entre os alunos. Também pôde-se perceber que o ensino da programação não precisa ser com uso do computador, mas também com objetos de aprendizagem desplugados.

O trabalho de [MARTINHAGO et al, 2014], descreve as experiências e resultados de um projeto desenvolvido na disciplina de banco de dados no ensino superior. Foram aplicadas quatro (04) atividades desplugadas em sala de aula com os alunos que estavam matriculados na disciplina. A turma foi dividida em dois grupos, um grupo desplugado e um grupo de controle. A segunda parte da turma, a de controle, não fez uso de atividades desplugadas. Através da aplicação do material didático produzido com as atividades desplugadas, percebeu-se que o grupo desplugado saiu-se um pouco melhor em duas atividades, enquanto o grupo de controle foi melhor em uma atividade. Porém, [MARTINHAGO et al, 2014] destacam que a diferença dos resultados dos dois grupos não foram significativas porém os alunos ficaram mais atentos, sem conversas paralelas ou algo que atrapalhasse o desenvolvimento da aula. Os resultados indicam que o método não teve impacto significativo na aprendizagem dos conceitos, mas teve diferença positiva e significativa em relação à satisfação dos alunos.

Quadro 01: Algumas características dos trabalhos relacionados

	Nível de ensino	Atividades prontas	Atividades adaptadas	Atividades criadas	Resultados Obtidos
[DE SOUZA BARBOSA, 2015]	Ensino básico	X	X		Satisfatório
[VIEIRA, 2013]	Ensino básico	X	X		Satisfatório
[FERREIRA, 2015]	Ensino básico	X	X		Andamento
[GONÇALVES, 2013]	Ensino superior			X	Satisfatório
[MARTINHAGO, 2014]	Ensino superior		X	X	Insignificativo

Observando o quadro 1, em relação às atividades desplugadas, percebeu-se a necessidade de adaptação e desenvolvimento de atividades para o ensino superior. A partir de resultados como o do trabalho de [MARTINHAGO, 2014] percebe-se que nem sempre a análise qualitativa permite observar se a diferença dos resultados é significativa. Já o trabalho de [GONÇALVES, 2013] permite observar que com atividades criadas obtiveram resultados significativos. Dessa forma, este trabalho busca realizar uma análise tanto quantitativa quanto qualitativa do uso da computação desplugada no ensino superior. Para isso foi feito um levantamento de atividades desplugadas existentes, sendo que essas atividades foram adaptadas para serem aplicadas com alunos de cursos da área de tecnologia buscando atender as necessidades e contexto dos alunos.

O uso da computação desplugada ainda é mais frequente no ensino básico, existindo poucos relatos de uso desse método no ensino superior. Dessa forma, é importante que estudos sejam realizados no ensino superior com a finalidade de identificar os benefícios do uso desse método para apoiar o processo de ensino e aprendizagem em disciplinas como programação e estrutura de dados nos cursos da área de tecnologia.

3. Metodologia

Um diferencial deste trabalho é a proposta de investigação que segue tanto as orientações de uma pesquisa qualitativa quanto de uma pesquisa quantitativa. Conforme [MERRIAM, 1998, p. 6], pesquisas que adotam a abordagem qualitativa buscam

compreender os significados construídos pelos sujeitos e entender como esses percebem o seu mundo e as experiências que vivenciam. As pesquisas quantitativas de acordo com [FONSECA, 2002, p. 20] apresentam resultados que podem ser quantificados, é um tipo de pesquisa que se concentra na objetividade e enxerga a realidade a partir da análise de dados brutos. A pesquisa quantitativa foi utilizada com a finalidade de buscar responder às seguintes questões de pesquisa: “Existe uma diferença significativa na compreensão do conteúdo pelos alunos após a aplicação das atividades desplugadas?”, “As notas antes da atividade são inferiores de forma significativa?” e “Os resultados antes da prática são superiores àqueles depois do teste?”.

Com a finalidade de buscar descrever e compreender os benefícios do uso da computação desplugada foi feito uso dos seguintes instrumentos de pesquisa: Pesquisa bibliográfica, questionários de avaliação, questionários de satisfação, observação e teste estatístico de paridade. A subseção 3.1 apresenta o planejamento das oficinas realizadas.

3.1 Planejamento das oficinas

Esta seção apresenta o planejamento de duas oficinas de computação desplugada com objetivo de apoiar a compreensão da lógica de funcionamento dos algoritmos de ordenação por comparação e tabela hash com encadeamento. A oficina aconteceu na Universidade Federal da Paraíba - Campus IV, na cidade de Rio Tinto-PB e foram ofertadas na disciplina de Estrutura de Dados I no período de 2016.2. Estavam matriculados na disciplina 52 estudantes dos cursos de Licenciatura em Ciências da Computação (LCC) e Bacharelado em Sistemas de Informação (BSI), divididos em 2 turmas de 26 alunos cada.

Inicialmente foi selecionado, junto ao professor da disciplina de Estrutura de Dados I os conteúdos que seriam trabalhados com o apoio da computação desplugada, que foram: algoritmos de ordenação (inserção, seleção, mergesort e quicksort), busca binária e tabela hash com encadeamento. Foi planejada uma primeira oficina para os conteúdos de algoritmos de ordenação e outra oficina para conteúdos de tabela hash. A primeira oficina teve dois encontros com duração de 1h40 minutos cada e a segunda oficina um encontro de 1h40 minutos.

3.1.1 Planejamento da oficina de Ordenação

A oficina de algoritmos de ordenação por comparação foi dividida em dois encontros: O primeiro encontro contemplou os algoritmos de ordenação por inserção e seleção, o segundo encontro os algoritmos de ordenação mergesort e quicksort. Para cada um dos encontros foram propostas duas atividades desplugadas: ordenação de algoritmos e a atividade para desenhar os algoritmos.

Foram adaptadas e propostas duas atividades desplugadas (APÊNDICE A) para a oficina. A primeira atividade foi a de ‘ordenação de algoritmos’ onde os alunos recebiam 10 cartões numerados de forma aleatória para ordenar; e a segunda atividade

‘desenho do algoritmo’ que consiste na elaboração de um desenho que represente o funcionamento do algoritmo de ordenação. Na primeira atividade todos os alunos podiam participar ajudando no processo de ordenação. Já a segunda atividade foi realizada em grupos com cinco alunos cada.

Para a avaliação dos alunos foi aplicado um pré-teste e um pós-teste apresentando as mesmas questões (APÊNDICE C). Os testes possuíam 6 questões, a primeira questão tinha a finalidade de identificar todas as estratégias de ordenação conhecidas pelo aluno. As demais questões abordavam sobre o funcionamento e as diferentes estratégias dos algoritmos de ordenação por comparação.

Dessa forma, esperava-se avaliar o conhecimento dos alunos antes e depois da participação nas oficinas. O pré-teste teve o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre algoritmos de ordenação, e o pós-teste de identificar se as atividades tiveram uma mudança significativa na aprendizagem do aluno.

Após a realização de cada oficina foi aplicado o formulário SAM¹ (APÊNDICE D) com a finalidade de avaliar o nível de satisfação e da motivação dos alunos durante a oficina. As questões do formulário ajudam a identificar a opinião dos alunos sobre as contribuições da oficina, sobre o nível de motivação deles durante a oficina e a percepção dos alunos sobre o domínio do conteúdo trabalhado após a participação na oficina. O SAM¹ é um método de avaliação que utiliza pictogramas e contempla questões relacionadas à qualidade afetiva. Sendo possível identificar três dimensões: satisfação, motivação e sentimento de domínio de uma pessoa.

3.1.2 Planejamento da oficina de tabela hash

A oficina de tabela hash com encadeamento foi planejada para ocorrer em um encontro de 1h40 minutos. Para esta oficina foi proposta a realização de uma atividade desplugada (APÊNDICE F) onde o aluno precisava resolver uma função e de acordo com o resultado descobrir em qual posição o elemento seria inserido na tabela, caso houvesse colisão os alunos deveriam propor a solução do problema usando encadeamento.

Assim como na primeira oficina, foi aplicado um pré-teste e um pós-teste contendo as mesmas questões. Os testes (APÊNDICE H) eram compostos de 3 questões abertas, Na primeira questão o aluno deveria resolver uma função e alocar os dados na tabela, a segunda questão aborda como resolver o problema de colisão de dados e na terceira questão o aluno precisava descrever o funcionamento da tabela hash utilizando pseudocódigo. Por fim, foi aplicado o questionário SAM (APÊNDICE I), para que o aluno pudesse avaliar o grau de satisfação, a motivação e se a oficina influenciou na aprendizagem dele.

¹ UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Questionário SAM**. (2012). Disponível em: <<http://lifes.dc.ufscar.br/competicaoihc2012/sam.html>>. Acesso em: 24 mai. 2017.

3.2 Elaboração das atividades

Para a elaboração das atividades foi feito pesquisas sobre atividades existentes e usou-se alguns critérios para possíveis adaptações. As atividades do geral deveriam manter o nível de abstração baixo e ser mais lúdico possível, mas, sem deixar de focar na funcionalidade. Assim como também foi levado em consideração as experiências já vivenciadas pela instrutora das atividades.

3.2.1 Atividades de Algoritmos de Ordenação

As atividades de algoritmos de ordenação foram baseadas em um vídeo disponível no site do Youtube², porém com modificações que suprissem as necessidades da realidade local.

De acordo com os critérios levantados para as adaptações , a primeira modificação feita ao invés de bonecos eram os próprios alunos que foram os dados a serem ordenados, usou-se também cartazes com números visíveis onde os alunos seguravam para se representar. Eles se movimentavam entre si, para promover tanto a interação como a ludicidade da atividade, sem deixar de focar no funcionamento do algoritmo. Também não foi colocado fundo musical como no vídeo, os alunos falavam e eles mesmo deviam analisar os movimentos para ordenassem.

3.2.2 Atividades de Tabela Hash

Na atividade para o uso de Tabela hash, foi baseada na descrição da atividade criada no (APÊNDICE F). Não ocorrem muitas adaptações, pois a atividade já foi criada de acordo com os critérios levantados, a única modificação foi o fato dos alunos não usarem tanto o papel para a resolução da função e sim usou-se mais o quadro branco para que todos acompanhassem a solução.

3.3 Análise de dados

Este trabalho realizou uma análise de dados quantitativa e qualitativa do uso da computação desplugada no ensino superior. Para a análise qualitativa foi usado o método de avaliação SAM e as observações feitas durante a oficina. Para a análise quantitativa foi utilizado os resultados dos pré-testes e pós-testes para realizar o teste estatístico pareado.

O teste estatístico pareado compara a nota conquistada antes da atividade com a nota obtida após a mesma para cada aluno. Para isso foi planejado um experimento entre duas populações pareadas com cada estudante servindo de bloco experimental, experimento pareado. No contexto descrito foi utilizado o teste de Wilcoxon como meio de aferir se há diferenças significativas entre os resultados antes da prática, pré-testes,

² **Métodos de Ordenação BUBBLE, INSERTION, SELECTION, SHELL, MERGE E QUICK SORT.** UNIFACS. Youtube:Ramon Lima ,2012. 17:40 min. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=YKIDz1J3TSw>> . Acesso em: 6 fev. 2017.

daqueles obtidos após a atividade pelo mesmo aluno, pós-testes. Segundo [DOWDY et al, 2004], deve-se proceder o exame de resultados pareados entre duas populações usando ou t-teste pareado, ou o teste pareado de Wilcoxon. A definição de qual deles usar depende da análise dos dados, assim calcula-se as diferenças entre as notas do pós-teste e pré-teste, se as diferenças apresentarem uma distribuição normal, prossegue-se com o t-teste, e com o teste de Wilcoxon, caso contrário. Neste trabalho foi utilizado o teste pareado de Wilcoxon da ferramenta R [R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009] para calcular os p-valores apresentados. (APÊNDICE J)

4. Resultados

Esta seção tem por objetivo apresentar e analisar os resultados obtidos a partir da execução das oficinas. Dos 52 alunos matriculados, na primeira oficina 81% dos alunos estavam presentes e 19% dos alunos ausentes. Durante a realização da segunda oficina, 79% dos alunos estiveram presentes e 21% dos alunos ausentes. A subseção 4.1 apresenta o relato das execuções das oficinas ofertadas.

4.1 Descrição das oficinas

As oficinas foram estruturadas de maneira semelhante: aplicação de pré-teste, realização das atividades desplugadas, aplicação do pós-teste e formulário de satisfação SAM. Todos os conteúdos abordados nas oficinas já haviam sido apresentados para os alunos, previamente, pelo professor da disciplina em sala de aula, ou seja, não foi o primeiro contato com os assuntos. A oficina de algoritmos de ordenação foi aplicada duas semanas após apresentação do conteúdo em sala de aula e a oficina de tabela hash foi aplicada após dois dias.

4.1.1 Descrição da oficina de algoritmos de ordenação

No primeiro dia foi trabalhado algoritmos de ordenação por seleção e inserção e no segundo dia os algoritmos de ordenação mergesort e quicksort. Iniciou-se apresentando para os alunos a proposta da oficina, logo após foi solicitado aos alunos que respondessem as questões do pré-teste (APÊNDICE C). No pré-teste os alunos deveriam responder as questões relacionadas aos quatro tipos de algoritmos de ordenação por comparação. Foi dado aos alunos 15 minutos para a realização dessa atividade, tempo suficiente para responder. Depois que todos entregaram os pré-testes foi iniciada a primeira atividade desplugada com a aplicação da atividade de ordenação usando o algoritmo de ordenação por seleção. Foram convidados dez alunos para formarem um lista ordenada com os números dados aleatoriamente e eles foram se ordenando conforme o modelo de algoritmo de ordenação por seleção. No início, os alunos ficaram um pouco tímidos, mas a plateia começou a descontrair e participar da atividade, com isso, não foi necessário repetir a atividade. Logo após, os alunos receberam uma cartolina e foram orientados a representar a lógica de funcionamento do

algoritmo. Os alunos foram divididos em grupos de cinco pessoas. A única questão que foi levantada pelos alunos foi se seria para escrever ou desenhar o algoritmo. Essa foi uma das atividades que levou um pouco mais de tempo, pois alguns grupos desenharam o algoritmo da maneira bem detalhada. Em seguida foram aplicadas as mesmas atividades para o algoritmo de ordenação por seleção.

No segundo dia da oficina foi necessário relembrar os assuntos de algoritmos de ordenação mergesort e quicksort, pois os alunos afirmaram que não lembravam o assunto. Logo após a breve explanação, foram executadas as atividades propostas seguindo a mesma sequência utilizada no primeiro dia da oficina.

Os alunos executaram as atividades utilizando diferentes estratégias, alguns foram bem breves e não especificaram detalhes do funcionamento do algoritmo no desenho. Outros grupos tiveram um pouco mais de cuidado e especificaram detalhes de funcionamento ao desenhar os algoritmos, usando figuras, setas e cores para diferenciar os elementos da lista (FIGURA 1).

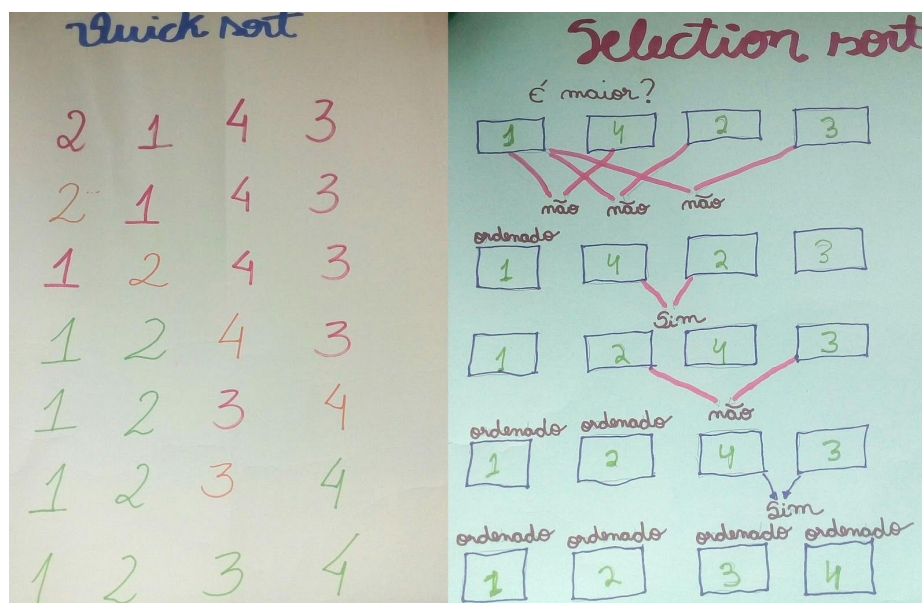


Figura 1: Diferentes estratégias usadas pelos alunos

No algoritmo mergesort os alunos demonstraram facilidade em ordenar e notaram a diferença do funcionamento algoritmo em relação aos anteriores. Já na execução do quicksort foi necessário fornecer exemplos mais de uma vez antes da realização das atividades, isto porque alguns alunos relataram não ter compreendido no primeiro exemplo. Em seguida, foram executadas as duas atividades na mesma sequência. Por fim, foi aplicado o pós teste (APÊNDICE C) e o questionário SAM (APÊNDICE D).

Em relação a motivação em participar das oficinas cerca de 81% dos alunos

afirmaram terem se sentido muito satisfeitos e contentes durante os encontros. Os outros alunos, 19%, afirmaram que gostaram da oficina. Em relação a motivação durante a oficina 54% dos alunos disseram que sentiram-se muito animados e estimulados na realização das atividades desplugadas e 32% estavam interessados. Porém, 14% dos alunos não se sentiram motivados em participar da oficina. Sobre a percepção dos alunos em relação ao aprendizado do conteúdo na oficina 72% demonstrou ter o sentimento muito grande de domínio do conteúdo após a realização das atividades desplugadas e 26% demonstrou o sentimento de dominar o conteúdo. Apenas 2% dos alunos demonstrou não dominar o conteúdo. Dessa forma, observa-se que após os alunos além de sentirem-se motivados na realização das atividades desplugadas também apresentam uma percepção de domínio do conteúdo trabalhado.

4.1.2 Descrição da oficina de tabela hash

A segunda oficina contemplou o conteúdo de tabela hash usando endereçamento fechado, encadeamento e colisão. No início foi apresentado aos alunos a proposta da atividade, e logo em seguida foi solicitado que eles respondessem o pré-teste (APÊNDICE H). Neste pré-teste os alunos deveriam responder 3 questões relacionadas a tabela hash envolvendo problema de colisão de dados e inserir valores na tabela. Após o pré-teste aconteceu um breve diálogo com os alunos sobre o assunto abordado, uma leve recordação do assunto exemplificando com eventos do nosso cotidiano. Logo deu para observar que os grande parte dos alunos conheciam o assunto e que não teriam dificuldade na atividade.

Em seguida, foi executada a atividade “Tabela hash com dança das cadeiras” (APÊNDICE F). Nesta atividade foram selecionados 7 alunos para cada execução simbolizando os dados a serem inseridos na tabela que era representada por cadeiras. A aplicação contemplou a tabela sem colisão e depois com colisão. A atividade foi repetida 2 vezes para que todos os alunos participassem, e mesmo que não tivesse sido selecionado eles auxiliavam na execução da atividade, eles tiveram 45 minutos para executar a atividade. Quando terminou a atividade os alunos responderam o pós teste (APÊNDICE H) que continha as mesmas questões do pré-teste, como também responderam o questionário SAM (APÊNDICE I). No pós-teste os alunos demoraram mais para finalizar pois a primeira questão envolvia cálculos que deveriam ser feitos manualmente. Foi necessário 5 minutos a mais do planejado para que eles terminassem todo o pós-teste.

Em análise levantada no questionário de satisfação SAM, 82% dos alunos afirmam terem se sentido muito satisfeitos com a oficina e 18%, afirmaram que gostaram da oficina. Outros 71% se sentiram motivados ao participar da oficina e 21% se sentiram interessados, porém, 8% não se sentiram motivados. Em relação ao aprendizado do conteúdo na oficina 82% dos alunos demonstraram ter o sentimento muito grande de domínio do conteúdo após a realização das atividades desplugadas e 18% demonstraram dominar o assunto, nenhum dos alunos demonstrou não dominar o conteúdo. Sendo assim, os resultados mostram que após realização das atividades

desplugadas os alunos além de sentirem-se motivados, também apresentam uma percepção de domínio do conteúdo trabalhado.

4.2 Análise qualitativa das oficinas

As subseções 4.2.1 e 4.2.2 apresentam das análises qualitativas feitas nas duas oficinas aplicadas. Para essa análise foi utilizado os dados observados durante a realização das oficinas, o desempenho dos alunos nas atividades e nos pré-testes e pós-testes.

4.2.1 Oficina de algoritmos de ordenação

A FIGURA 2, dividida em três partes, apresenta as respostas de um mesmo aluno no pré-teste e no pós-teste. Na parte 1 da Figura 2 observa-se a tentativa de resposta desse aluno às questões do pré-teste. Pode-se verificar que ele responde uma questão de maneira incompleta e tenta representar através de desenhos a compreensão que o mesmo tinha sobre o funcionamento do algoritmo. Porém, na parte 2 da Figura 2 ele tentou novamente, no pós-teste, e acertou boa parte das questões, melhorando tanto sua demonstração e conseguindo exemplificar a segunda questão do pós-teste de acordo com o que ele viu na oficina.

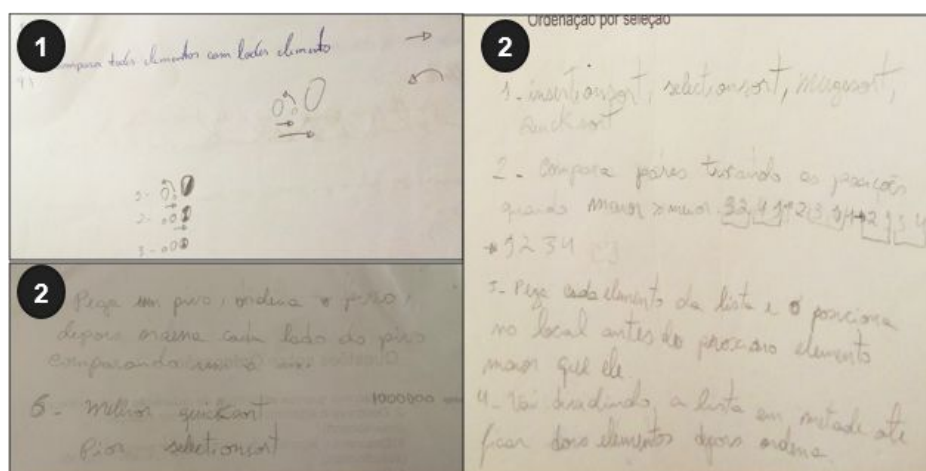


Figura 2: Desempenho do aluno

A FIGURA 3 mostra outro exemplo no qual podemos observar um melhor desempenho após a oficina. Na parte 1 da figura 3 o aluno disse não saber nada no pré-teste, que era a primeira vez que cursava a disciplina e que preferia expor as dúvidas dele na oficina. Na parte 2 da figura 3, que representa o pós-teste, verifica-se que ele conseguiu superar-se e acertou todas as questões, descrevendo claramente cada passo do funcionamento do algoritmo. A linguagem usada pelo aluno foi bem parecida com a usada na oficina, com pouca abstração.

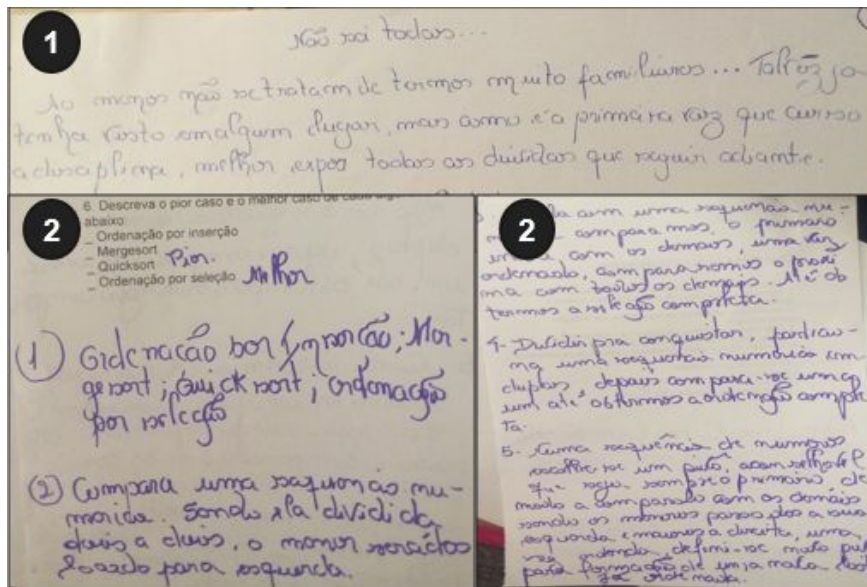


Figura 3: Desempenho do aluno

4.2.2 Oficina de tabela hash

Na oficina de tabela hash também foi possível identificar alunos com desempenho positivo, não apenas pelo fato de responder corretamente. A parte 1 da FIGURA 4 mostra o exemplo de um aluno que tentou responder porém errou. A questão que ele errou, estava quase correta, mas por tratar como endereçamento aberto tornou-se incorreta, pois a questão pedia que fosse com endereçamento fechado. Já na parte 2, respostas do pós-teste, é possível identificar que ele melhorou sua resposta. Em uma das questões podemos ver que ele entendeu a lógica do algoritmo, errou apenas a operação matemática de divisão que tornou a resposta incorreta e a outra questão escreve o algoritmo de acordo com o que ele aprendeu na atividade da oficina.

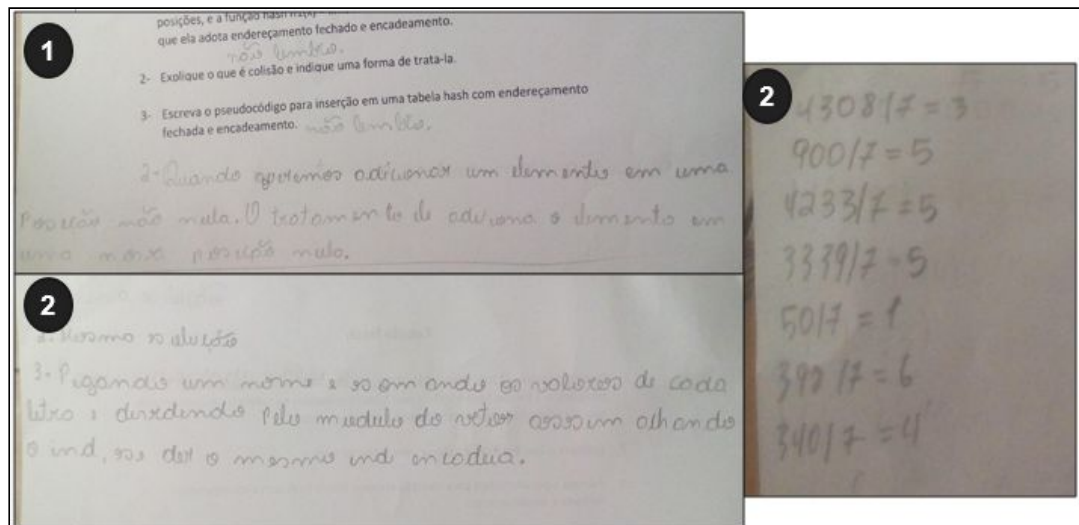


Figura 4: Desempenho do aluno

O próximo exemplo (FIGURA 5) mostra um aluno que afirmou no pré-teste que não lembrava do assunto. Embora no pós-teste ele tenha continuado sem responder uma das questões, a relativa ao pseudocódigo, é possível observar as respostas corretas as duas questões que ele respondeu. Ele não usou termos técnicos, mas demonstrou ter se inspirado na explicação da oficina, ter entendido o conteúdo e foi claro na sua solução.

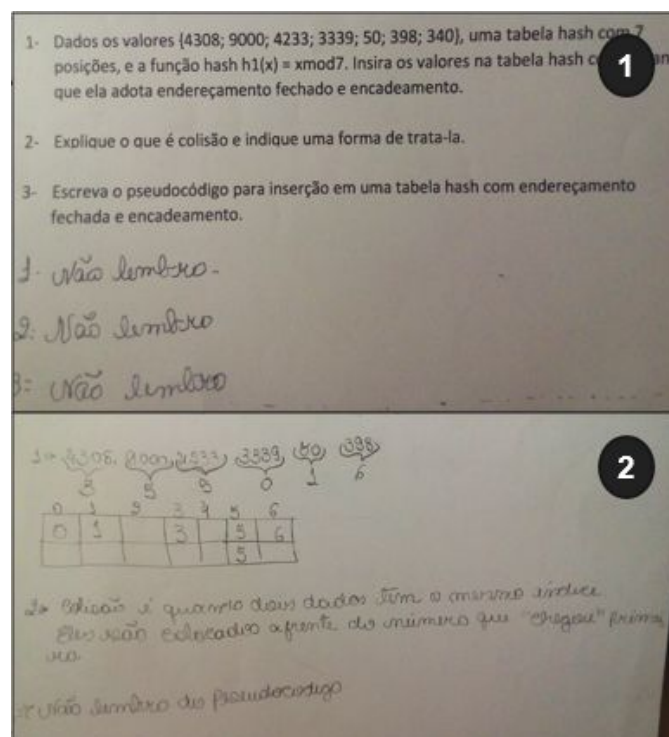


Figura 5: Desempenho do aluno

5. Teste estatístico pareado

Além da análise qualitativa, foi realizada a análise quantitativa utilizando o teste estatístico pareado, as questões do pré-teste e pós-teste foram organizadas para totalizar 10 pontos.

5.1 Teste estatístico pareado oficina algoritmos de ordenação

Os resultados obtidos no pré-teste e pós-teste foram sumarizados na TABELA 1. Nela estão listados a nota mínima, as notas que demarcam o primeiro quartil, a mediana, a média, terceiro quartil e a nota máxima obtidas pelos alunos.

Tabela 1: Sumário das notas obtidas no pré e pós-testes.					
Sumário do Pré-Teste					
Min	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo
0.00	0.00	0.00	1.2	2.00	7.3
Sumário do Pós-Teste					
Min	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo
5.2	7.6	8.6	8.23	9.0	10.00

Tabela 1: Sumário das notas dos testes de algoritmos de ordenação

A FIGURA 6 mostra os boxplots dos resultados do pré-teste e pós-teste. A linha mais escura de cada boxplot indica o valor da mediana, a base e o topo de cada caixa o primeiro e terceiro quartil respectivamente, enquanto que as extremidades inferiores e superiores apontam as notas mínimas e máximas em cada teste. Nota-se na FIGURA 6 que houve um impacto significativo nas notas após a realização das atividades desplugadas.

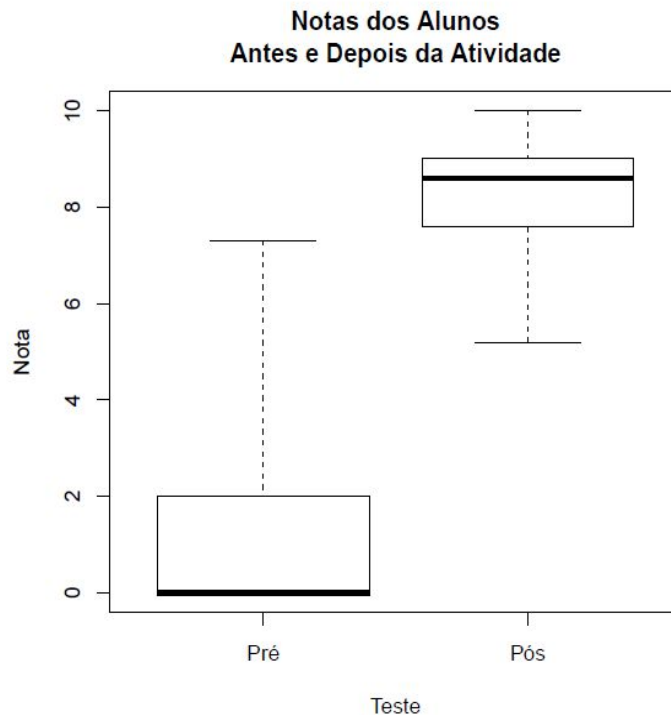


Figura 6: Boxplots dos resultados dos testes referentes a oficina de algoritmos de ordenação por comparação.

5.2 Teste estatístico pareado oficina tabela hash

Os resultados obtidos no pré-teste e pós-teste são apresentados na TABELA 2. Nela estão listados a nota mínima, as notas que demarcam o primeiro quartil, a mediana, a média, terceiro quartil e a nota máxima obtidas pelos alunos.

Tabela 3 : Sumário das notas obtidas no pré e pós-testes.					
Sumário do Pré-Teste					
Min	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo
0.00	3.00	4.00	4.24	7.00	9.50
Sumário do Pós-Teste					
Min	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo
0.00	6.50	7.00	6.78	7.00	10.00

Tabela 2: Sumário das notas dos testes de tabela hash.

As diferenças apontadas pela ferramenta estatística podem ser visualizadas na FIGURA 7 que expõe os boxplots dos resultados do pré-teste e pós-teste. A linha central, mais escura, de cada boxplot indica o valor da mediana, a base e o topo de cada

caixa o primeiro e terceiro quartil respectivamente, enquanto que as extremidades inferiores e superiores apontam as notas mínimas e máximas em cada teste. Nota-se na FIGURA 7, uma melhoria expressiva das notas após a atividades desplugada.

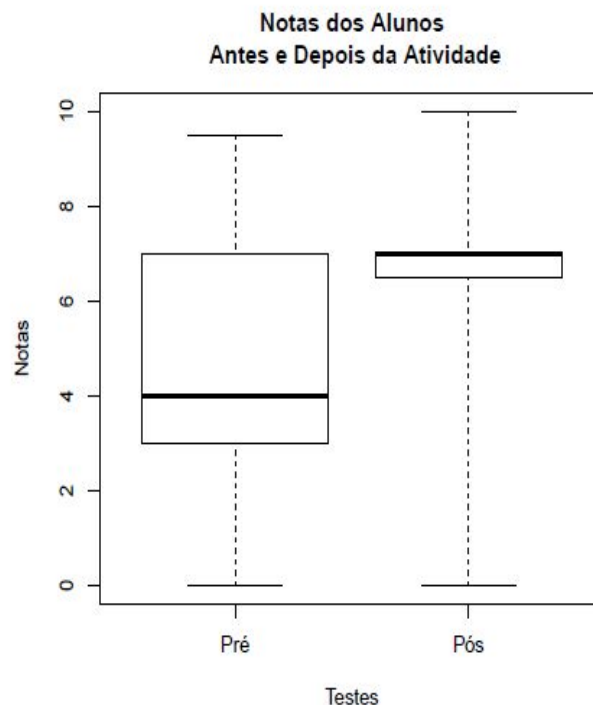


Figura 7: Boxplots dos resultados dos testes da oficina de tabela hash

6. Considerações finais

O trabalho apresentou um relato de experiência do uso da computação desplugada para apoiar o ensino de algoritmos de ordenação por comparação e tabela hash na disciplina de Estrutura de Dados I. Na investigação com análise qualitativa e análise quantitativa, vimos que a computação desplugada pode ter resultados significativos no processo de aprendizagem dos alunos, pois, os resultados foram positivos e suficientemente satisfatórios.

Levando em consideração o êxito obtido nas análises, como trabalhos futuros pretende-se ter mais aplicações com outras turmas, elaborar e pesquisar outras atividades, abranger outros assuntos sobre a disciplina de Estrutura de Dados. Para assim servir de referência para outros trabalhos.

Referências

BELL, T., Witten, I. H. e Fellows, M. (2011). **Computer Science Unplugged: Ensinando Ciência da Computação sem o uso do computador.** Tradução

coordenada por Luciano Porto Barreto.

Conover, W. J. (1980). **Practical nonparametric statistics**. J. Wiley, 2nd edition.

DE SOUZA BARBOSA, A. V., Neto, A. F. P., de Oliveira, R. N. R., da Costa, T. L. S., Souto, A. L., De Araújo, O., and Costa, F. V. S. (2015). O ensino de conceitos computacionais para alunos do ensino médio: relato de experiência de uma gincana e das estratégias utilizadas pelos alunos na resolução das atividades desplugadas. In: **XXI Workshop sobre Educação em Computação**.

Dowdy, S., Wearden, S., and Chilko, D. (2004). **Statistics for Research**, volume Wiley series in probability and statistics. Wiley.

FERREIRA, Ana Carolina; Barreto, Jandiaci; Paiva, Luiz; Matos, Ecivaldo. (2015). Experiência prática interdisciplinar do raciocínio computacional em atividades de computação desplugada na educação básica. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. p. 256-265.

GONÇALVES, D. A. S., da Silva, G. M., da Luz, R. S., e Silva, E. P. (2013). Relato de experiência de alunos do curso de Licenciatura em Computação do IFMG-campus Ouro Branco na utilização de objetos de aprendizagem desplugados e do Scratch como instrumentos no ensino de programação. In: **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. p. 335-344.

JUNIOR, José Augusto Teixeira lima; VIEIRA, Carlos Eduardo Costa; VIEIRA, Priscila de Paula. Dificuldades no processo de aprendizagem de Algoritmos: uma análise dos resultados na disciplina de AL1 do Curso de Sistemas de Informação da FAETERJ - Campus Paracambi. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, n. 27, p. 5-15, abr. 2015.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

MARTINHAGO, A. Z., Smarzaro, R., Lima, I., & Guimarães, L. (2014) Computação Desplugada no Ensino de Bancos de Dados na Educação Superior. In: **WEI - XXII Workshop sobre Educação em Computação**. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wei/2014/003.pdf>>. Acesso em: 24 mai. 2017.

MERRIAM, S. B. **Qualitative research and case study applications in education**. San Francisco: Jossey-Bass, 1998.

R Development Core Team (2009). R: A Language and Environment for Statistical Computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0.

VIEIRA, A. and Odette Passos, R. B. (2013). Um relato de experiência do uso da técnica computação desplugada. In: **XXXIII Congresso da Sociedade Brasileira da Computação**, p. 671–680.

SELECTION SORT

ATIVIDADE 1 : ORDENE COM #SELECTION!!!

MATERIAIS: 10 pessoas; 10 cartões numerados ; durex(lista desenhada no chão).

DESCRIÇÃO: Em uma lista dividida em 10 lugares ficam os 10 alunos segurando os cartões numerados de maneira aleatória. Os alunos terão que ordenar cautelosamente a lista com os elementos um a um, justamente como o selection sort.

**A platéia pode ajudar.*

ATIVIDADE 1.1 :DESENHE O ALGORITMO!!!

MATERIAIS: Grupos de no mínimo 6 pessoas; cartolina; lápis.

DESCRIÇÃO: Essa é uma atividade complementar a atividade 1. Os alunos formarão grupos de pelo menos 6 pessoas e elas deverão desenhar o algoritmo que elas executaram na atividade anterior.

INSERTION SORT

ATIVIDADE 1 : ORDENE COM #INSERTION!!!

MATERIAIS: 10 pessoas; 10 cartões numerados ; durex(lista desenhada no chão).

DESCRIÇÃO: Em uma lista dividida em 10 lugares ficam 10 alunos segurando os cartões numerados de maneira aleatória. Os alunos devem ordenar-se entre si, tendo em vista que deve pensar quanto menor for mais troca de lugar, seguindo o insertion sort.

**A platéia pode ajudar.*

ATIVIDADE 1.1: DESENHE O ALGORITMO!!!

MATERIAIS: Grupos de no mínimo 6 pessoas; cartolina; lápis.

DESCRIÇÃO: Essa é uma atividade complementar a atividade 1. Os alunos formarão grupos de pelo menos 6 pessoas e elas deverão desenhar o algoritmo que elas executaram na atividade anterior.

MERGE SORT

ATIVIDADE 1 : ORDENE COM #MERGE!!!

MATERIAIS: 10 pessoas; 10 cartões numerados ; durex(lista desenhada no chão).

DESCRIÇÃO: Em uma lista dividida em 10 lugares ficam 10 alunos segurando os cartões numerados de maneira aleatória. Os alunos devem ordenar de acordo com o algoritmo do mergesort, dividindo e depois conquistando com a lista totalmente ordenada.

**A platéia pode ajudar.*

ATIVIDADE 1.1 : DESENHE O ALGORITMO!!!

MATERIAIS: Grupos de no mínimo 6 pessoas; cartolina; lápis.

DESCRIÇÃO: Essa é uma atividade complementar a atividade 1. Os alunos formarão grupos de pelo menos 6 pessoas e elas deverão desenhar o algoritmo que elas executaram na atividade anterior.

QUICKSORT

ATIVIDADE 1 : ORDENE COM #QUICK!!!

MATERIAIS: 10 pessoas; 10 cartões numerados ; durex(lista desenhada no chão).

DESCRIÇÃO: Em uma lista dividida em 10 lugares ficam 10 alunos segurando os cartões numerados de maneira aleatória. Os alunos irão ordenar assim como o quick sort ordena.

**A platéia pode ajudar.*

ATIVIDADE 1.1 : DESENHE O ALGORITMO!!!

MATERIAIS: Grupos de no mínimo 6 pessoas; cartolina; lápis.

DESCRIÇÃO: Essa é uma atividade complementar a atividade 1. Os alunos formarão grupos de pelo menos 6 pessoas e elas deverão desenhar o algoritmo que elas executaram na atividade anterior.

APÊNDICE B: Planejamento da oficina Algoritmos de Ordenação

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS APLICADAS E EDUCAÇÃO**

TCC: Relato de experiência do uso de computação desplugada para apoiar o ensino de algoritmos complexos

Tayna Luana Silva da Costa

PLANEJAMENTO DAS OFICINAS

<u>APLICAÇÃO 1</u>	
Primeira Aplicação: Algoritmo Selection sort e Algoritmo Insertion sort	
Carga Horária: 1:40 hr (8:00h às 9:40h) / (9:50h às 11:30h)	Data: 06/03/2017
Roteiro da Aplicação das atividades desplugadas	
Apresentação da Proposta de TCC e da atividade	5 minutos
Aplicar pré-teste	15 minutos
Parte 1: Algoritmo de ordenação Selection sort	
Explicar algoritmo Selection e atividades	5 minutos
Atividade 1 (Ordene com o selection)	15 minutos
Atividade 1.1 (Desenhe o algoritmo)	15 minutos
Parte 2: Algoritmo de ordenação Insertion sort	
Explicar algoritmo Insertion e atividades:	5 minutos
Atividade 2(Ordene com o insertion)	15 minutos
Atividade 2.1(Desenhe o algoritmo)	15 minutos
Aplicar pós-teste	10 minutos
TOTAL	100 min

<u>APLICAÇÃO 2</u>	
Segunda Aplicação: Quick sort e Merge Sort	
Carga Horária: 1:40 hr (8:00h às 9:40h) / (9:50h às 11:30h)	Data: 09/03/2017
Parte 1: Algoritmo de ordenação Merge sort	
Explicar algoritmo Merge e atividades	10 minutos
Atividade 1 (Ordene com o Merge)	15 minutos
Atividade 1.1 (Desenhe o algoritmo)	15 minutos
Parte 2: Algoritmo de ordenação Quick sort	
Explicar algoritmo Quick e atividades:	10 minutos
Atividade 2(Ordene com o Quick)	15 minutos
Atividade 2.1(Desenhe o algoritmo)	15 minutos
Aplicar pós-teste	20 minutos
TOTAL	100 min

Questões sobre Ordenação

1. Descreva quantas estratégias de ordenação você conhece.
2. Descreva o algoritmo de ordenação por inserção (insertion sort).
3. Descreva o algoritmo de ordenação por seleção (selection sort).
4. Descreva o algoritmo de ordenação mergesort.
5. Descreva o algoritmo de ordenação quicksort.
6. Descreva o pior caso e o melhor caso de cada algoritmo abaixo:

Ordenação por inserção

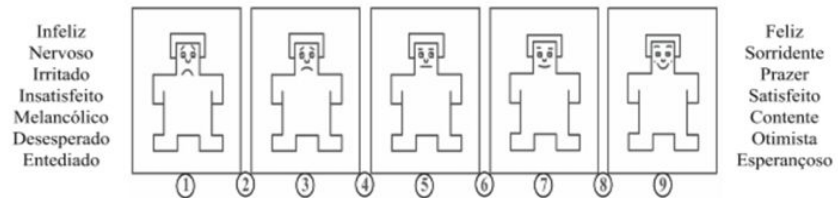
Mergesort

Quicksort

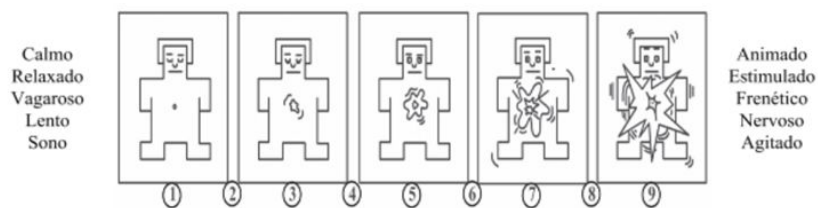
Ordenação por seleção

APÊNDICE D: Formulário SAM Algoritmo de Ordenação

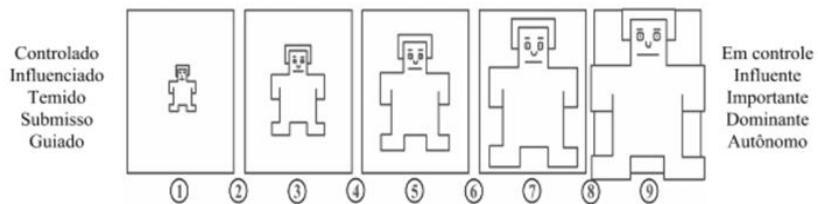
OFICINA DE COMPUTAÇÃO DESPLUGADA
ALGORITMOS DE ORDENAÇÃO (INSERÇÃO, SELEÇÃO, MERGESORT, QUICKSORT)



**Qual o seu grau de
satisfação ao
participar da oficina
de desplugada?**



**Você se sentiu
motivado para
participar das
atividades propostas
durante a oficina?**



**Qual foi o seu grau de
aprendizagem do
assunto abordado?**

APÊNDICE E: Cronograma

CRONOGRAMA

Atividades	Fev.	Março	Abril	Maiο	Junho
Revisão bibliográfica	x	x			
Planejamento das atividades	x	x			
Aplicação das atividades		x	x		
Análise dos resultados da aplicação das atividades		x	x	x	
Escrita do artigo		x	x	x	x
Submissão do artigo					x

APÊNDICE F: Atividades desplugadas Tabela Hash

ATIVIDADE : TABELA HASH COM DANÇA DAS CADEIRAS

Material necessário

- Um número primo de cadeiras (sete, 7, por exemplo) enumeradas a partir do zero;
- Papel;
- Caneta;
- Uma função simples que mapeie o nome de uma pessoa em um número inteiro.

Função de Hash

Estando em um país com alfabeto ocidental, utiliza-se uma função simples. No caso, mapeia-se cada letra a um número e a função de hash de um nome é a soma dos números das letras do nome da pessoa. O índice a ela associado é aquele obtido dividindo o número da soma pelo número de filas, o resto da divisão.

Por exemplo, considere o nome Natalia e as Tabelas 1 e 2 que mapeiam cada letra a um número. Tem-se, N=8, A=5, T=3, A=5, L=1, I=3 e A=5, totalizando 29 (8+5+3+5+1+3+5). Havendo 7 filas de cadeiras, Natália se sentaria na fila 29 módulo 7, ou seja na fila de número 1. Repete-se esse procedimento para os outros que participam da atividade. Em caso de colisão, as pessoas na fila sentam-se uma cadeira para trás e a que estar para entrar na tabela senta-se na frente, simulando o encadeamento.

Tabela 1: Código das Vogais

A	E	I	O	U
5	2	3	4	1

Tabela 2: Código das Consoantes

B	C	D	F	G
9	8	7	6	5
H	J	K	L	M
4	3	2	1	9
N	P	Q	R	S
8	7	6	5	4
T	V	W	X	Y
3	2	1	9	8
Z				

7				
---	--	--	--	--

APÊNDICE G: Planejamento da oficina Tabela Hash

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS APLICADAS E EDUCAÇÃO**

TCC: Relato de experiência do uso de computação desplugada para apoiar o ensino de algoritmos complexos

Tayna Luana Silva da Costa

PLANEJAMENTO DA OFICINA 2

<u>APLICAÇÃO</u>	
Assunto: Tabela Hash	
Carga Horária: 1:40 hr (8:00h às 9:40h)	Data: 27/04/2017
Roteiro da Aplicação das atividades desplugadas	
Apresentação da Proposta da atividade	5 minutos
Aplicar pré-teste	15 minutos
Atividade: Tabela Hash com Dança das cadeiras	
Explicar tabela hash e a atividade	15 minutos
Atividade <Com colisão e sem colisão>	45 minutos
Aplicar pós-teste	15 minutos
Aplicar questionário de satisfação SAM	5 minutos
TOTAL	100 min

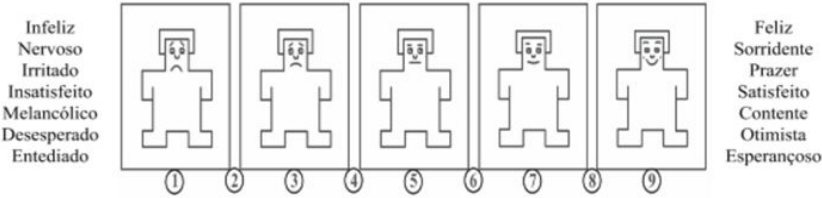
APÊNDICE H: Pré-teste / Pós-teste Tabela Hash

Tabela Hash

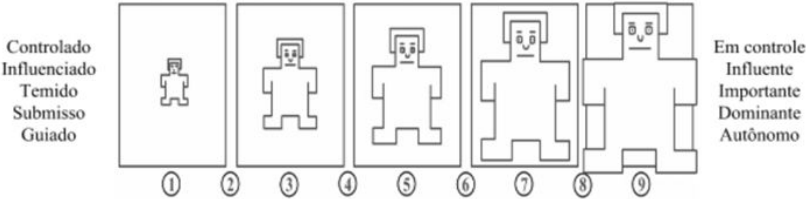
- 1- Dados os valores {4308; 9000; 4233; 3339; 50; 398; 340}, uma tabela hash com 7 posições, e a função hash $h_1(x) = x \bmod 7$. Insira os valores na tabela hash considerando que ela adota endereçamento fechado e encadeamento.
- 2- Explique o que é colisão e indique uma forma de tratá-la.
- 3- Escreva o pseudocódigo para inserção em uma tabela hash com endereçamento fechada e encadeamento.

APÊNDICE I: Formulário SAM Tabela Hash

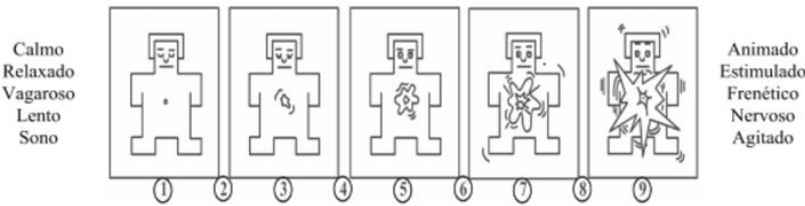
2ª OFICINA DE COMPUTAÇÃO DESPLUGADA – TABELA HASH



Qual o seu grau de
satisfação ao
participar da oficina
de desplugada?



Você se sentiu
motivado para
participar das
atividades
propostas durante
a oficina?



Qual foi o seu
grau de
aprendizagem do
assunto
abordado?

Análise Estatística dos Resultados

Flávia V. C Souza

flavia@dce.ufpb.com

Wagner E. Costa

wemano@gmail.com

Tayna L. S. da Costa

tayna.luana@dce.ufpb.com

24 de Maio de 2017

Além da análise qualitativa, faz-se a análise quantitativa utilizando o teste estatístico pareado como instrumento. Para a prática desplugada de tabela hash foi elaborado um questionário sobre o assunto abordado (vide anexo XXXX). O teste foi aplicado antes de iniciar a prática e repetido logo após a atividade. Ao total foram XXXX questões cujos pontos foram organizados para totalizarem 10 ao se encontrar a resposta adequada para cada pergunta. Compara-se a nota conquistada antes da atividade com a nota obtida após a mesma para cada aluno. Ou seja, projetou-se um experimento entre duas populações pareadas com cada estudante servindo de bloco experimental, experimento pareado.

Os resultados obtidos no pré e pós-testes foram sumarizados na tabela 1. Nela estão listados a nota mínima, as notas que demarcam o primeiro quartil, a mediana, a média, terceiro quartil e a nota máxima obtidas pelos alunos.

No contexto explicitado utiliza-se o teste de Wilcoxon como meio de aferir se há diferenças significativas entre os resultados antes da prática, doravante referidos como pré-testes, daqueles obtidos após a atividade pelo mesmo aluno, pós-testes. Segundo Dowdy et al. (2004), deve-se proceder o exame de

Tabela 1: Sumário das notas obtidas no pré e pós-testes.

Sumário do Pré-Teste					
Min	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo
0.00	3.00	4.00	4.24	7.00	9.50
Sumário do Pós-Teste					
Min	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo
0.00	6.50	7.00	6.78	7.00	10.00

resultados pareados entre duas populações usando ou t-teste pareado, ou o teste pareado de Wilcoxon. A definição de qual deles usar depende de exame dos dados, calcula-se as diferenças entre as notas do pós-teste e pré-teste, se as diferenças apresentarem uma distribuição normal, prossegue-se com o t-teste, e com o teste de Wilcoxon, caso contrário. No caso específico, calculadas as diferenças aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk (Conover, 1980) sobre os resultados, indicando ausência de normalidade com $p\text{-valor} = 1,27 \times 10^{-5}$, indicando que os dados não podem ser modelados usando uma distribuição normal e, por conseguinte, apontando que o teste pareado de Wilcoxon é a ferramenta mais adequada para analisar os dados.

O teste pareado de Wilcoxon recebe duas populações de amostras pareadas, neste caso, os resultados de cada aluno antes depois da atividade. O teste calcula a diferença do resultado de um aluno antes da atividade e com o resultado do mesmo aluno após a atividade. A hipótese nula do teste assume que a média das diferenças segue uma distribuição simétrica ao redor do valor zero (Conover, 1980). A rejeição da hipótese nula indica ausência de simetria, apontando que um dos conjuntos de resultados, antes e depois, possui média superior ao do outro.

Somente p-valor menor ou igual 0,01 (1%) é considerado significativo. Usualmente o p-valor significativo é definido como sendo 5%, no entanto, a experiência realizada objetiva determinar qual se resultados obtidos antes e depois da prática são diferentes, e, em sendo diferente, qual dos testes possui significativamente maior média. Segue, que o teste deve informar não apenas a informar se há diferenças entre as populações, mas deve ser repetido para indicar qual população tem significativamente maior média. O teste de Wilcoxon possibilita tal análise, para tanto o p-valor necessário para rotular um resultado como significativo deve ser corrigido para evitar erros por inflação de p-valor (Derrac et al., 2011). A correção é feita pelo procedimento de Bonferroni (Derrac et al., 2011), que divide o p-valor pelo número de análises a realizar com testes estatísticos da mesma família. Como o teste a ser aplicado é o mesmo, a exigência de Bonferroni é atendida, e como é realizado três exames, o primeiro para saber se há diferenças entre as amostras, o segundo para examinar se as notas antes da prática são inferiores, e o último questionando se as notas após a prática são inferiores, divide-se 5% por 3 obtendo 1,67% como valor máximo de p-valor para avaliar como significativo o resultado do teste. Dentro desse parâmetro, decide-se por adotar o limite de p-valor igual a 1% para considerar um resultado significativo.

A tabela 2 sumariza os resultados obtidos a cada uma das questões experimentais. Utilizou-se o teste pareado de Wilcoxon da ferramenta R (R Development Core Team, 2009) para calcular os p-valores apresentados. A questão se há diferenças significativas entres as notas antes depois de aplicar a técnica

desplugada, o teste aponta para a resposta sim com $p\text{-valor} = 2,11 \times 10^{-5}$. A pergunta se as notas antes da atividade são inferiores de forma significativa, o teste aponta para a resposta sim com $p\text{-valor} = 1,255 \times 10^{-5}$. Para a pergunta “os resultados antes da prática são superiores àqueles depois do teste”, mantém-se a hipótese nula com $p\text{-valor} = 1$, apontando para a resposta negativa.

Tabela 2: Resultados do teste de Wilcoxon pareado: Experimento: Tabela Hash, Número de Amostras = 30 e 29 Graus de Liberdade.

Pergunta	p-valor	Resposta Indicada
Há diferença significativa entre os resultados do pré e pós testes?	$2,11 \times 10^{-5}$	Sim
As notas do pré-testes são inferiores as do pós-teste de forma significativa?	$1,255 \times 10^{-5}$	Sim
As notas do pré-teste são superiores as do pós-teste de forma significativa?	1	Não

As diferenças apontadas pela ferramenta estatística pode ser visualizada tanto através da tabela 2 quanto pela a figura 2. A figura 2 expõe os boxplots dos resultados do pré e pós-testes. A linha central, mais escura, de cada boxplot indica o valor da mediana, a base e o topo de cada caixa o primeiro e terceiro quartil respectivamente, enquanto que as extremidades inferiores e superiores apontam as notas mínimas e máximas em cada teste. Nota-se na figura, uma melhoria expressiva das notas após a atividades desplugada.

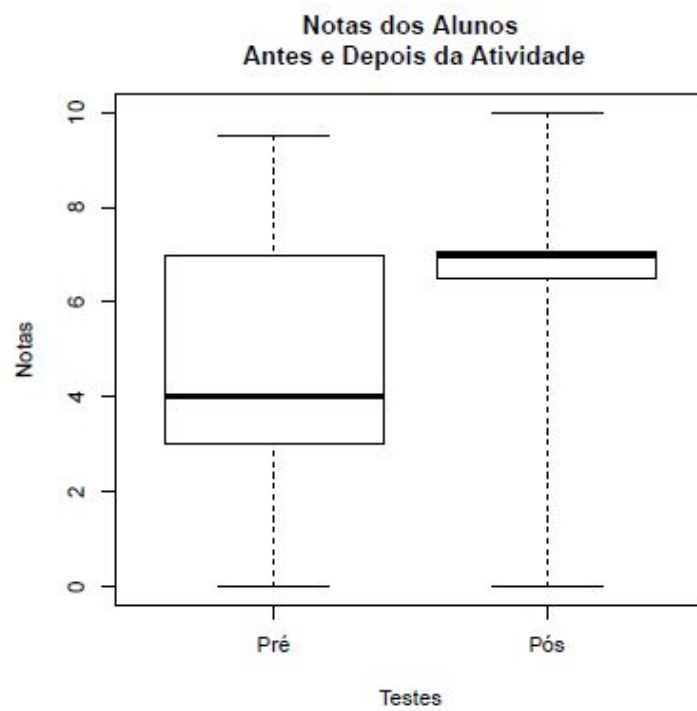


Figura 1: Boxplots dos resultados dos testes referentes a atividade desplugada de tabela hash.

Análise dos resultados das atividades de comparação

Opa, não tenho tempo de trabalhar este texto com calma então vou colocar as informações e então Luana adapta ao artigo. Há 30 amostras e consequentemente 29 graus de liberdade. Teste de Shapiro confirma evidências de ausência de normalidade ($p - valor = 3,7\%$), logo o teste pareado de Wilcoxon deve ser aplicado. Novamente serão três aplicações a considerar na correção de Bonferroni. Resultados melhores que os da tabela hash. Vide tabela e figura.

Tabela 3: Resultados do teste de Wilcoxon pareado: experimento de ordenação por comparação. Número de Amostras = 35 e 34 Graus de Liberdade.

Pergunta	p-valor	Resposta Indicada
Há diferença significativa entre os resultados do pré e pós testes?	$2,553 \times 10^{-7}$	Sim
As notas do pré-testes são inferiores as do pós-teste de forma significativa?	$1,277 \times 10^{-7}$	Sim
As notas do pré-teste são superiores as do pós-teste de forma significativa?	1	Não

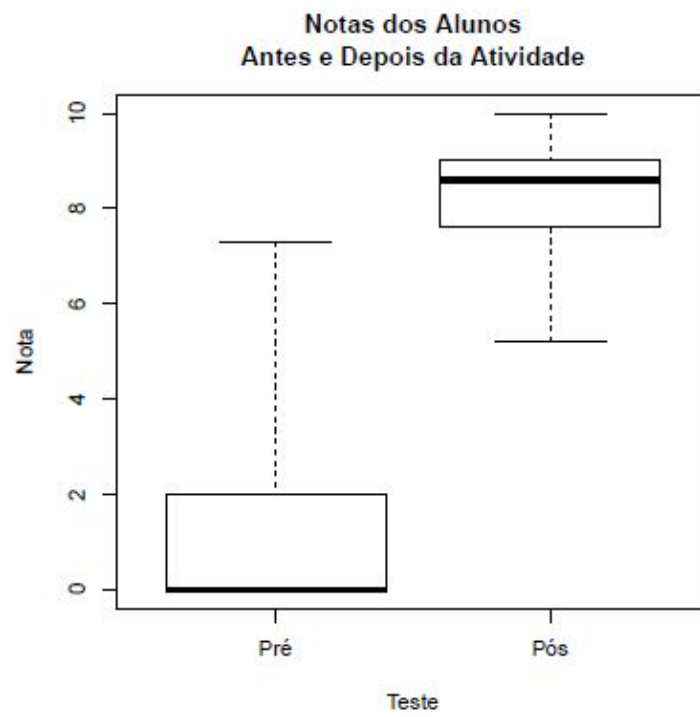


Figura 2: Boxplots dos resultados dos testes referentes a atividade desplugada de ordenação por comparação.

Referências

- Conover, W. J. (1980). *Practical nonparametric statistics*. J. Wiley, 2nd edition.
- Derrac, J., García, S., Molina, D., and Herrera, F. (2011). A practical tutorial on the use of nonparametric statistical tests as a methodology for comparing evolutionary and swarm intelligence algorithms. *Swarm and Evolutionary Computation*, 1(1):3 – 18.
- Dowdy, S., Wearden, S., and Chilko, D. (2004). *Statistics for Research*, volume Wiley series in probability and statistics. Wiley.
- R Development Core Team (2009). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0.